

DIE
PLASMASTRUKTUR
VEGETATIV-NERVÖSER
ENDFORMATIONEN
IM NATIVEN
EINSCHLUSSPRÄPARAT

Taubert

MÜNCHEN 1959



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Tieranatomischen Institut
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. HUGO GRAU

DIE
PLASMASTRUKTUR
VEGETATIV-NERVÖSER
ENDFORMATIONEN
IM NATIVEN
EINSCHLUSSPRÄPARAT

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

VON
JOSEF TAUBERT
aus Kastl

MÜNCHEN 1959

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. K. ZIPF

Referent: Professor Dr. H. GRAU



TAG DER PROMOTION: 27. Februar 1959

Aus dem Tieranatomischen Institut der Universität München

(Vorstand: Prof. Dr. H. Grau)

Die Plasmastruktur vegetativ-nervöser Endformationen im nativen Einschußpräparat

Von

J. Taubert

Mit 7 Textabbildungen

Die Darstellung der vegetativ-nervösen Peripherie stellt an die Leistungsfähigkeit der histologischen Methoden hohe Anforderungen. So ist bis heute noch keine technische Möglichkeit entwickelt worden, welche alle zugehörigen Gewebsanteile in einem Präparat in befriedigender Weise zur Darstellung bringt. Diese Tatsache findet ihre Begründung in der heterogenen Natur der Elemente, die zum Aufbau der vegetativ-nervösen Peripherie zusammentreten. Hinzu kommt noch die große Unterschiedlichkeit der Größenverhältnisse der darzustellenden Formationen, welche von schwächsten Vergrößerungen bis an die Grenze des lichtoptisch Sichtbaren und noch darüber hinaus reichen.

Aus der Vielzahl der Elemente und ihrer komplizierten Verflechtung ergibt sich, daß ein sicheres Ansprechen aller Anteile des nervösen Gewebes außerordentlich schwierig ist und eine große Leistungsbreite sowie eine eindeutige Elektivität der Methode hierzu Voraussetzung wären. Man müßte von der anzuwendenden Technik erwarten, daß sie möglichst alle Anteile des Gewebes gleichzeitig und reproduzierbar darstellt. Leider aber ist es eine übertriebene Forderung, auch noch die Wiedergabe der Beziehungen des Nervengewebes zum jeweiligen Nachbargewebe von derselben Technik zu verlangen, obwohl gerade darin der Idealfall einer histologischen Darstellung zu sehen wäre.

Ein weiterer wichtiger Punkt, welcher bei der morphologischen Bearbeitung der vegetativ-nervösen Peripherie seine Berücksichtigung finden soll, ist die Empfindlichkeit nervösen Gewebes gegenüber histologischen Manipulationen und der schnelle postmortale Zerfall gerade dieses Gewebes. Man muß sich also die Frage stellen, ob die gesehenen Verhältnisse den vitalen Gegebenheiten entsprechen oder etwa nur Trümmer der ursprünglichen Bauweise darstellen. Man wird somit einer Methode den Vorzug geben, welche das Gewebe möglichst wenig beeinflußt oder zumindest den Beginn des Zerfalles erkennen läßt und eine mikroskopische Beobachtung kurz nach der Materialentnahme gestattet. Durch eine kurze Zeitspanne

zwischen Materialgewinnung und mikroskopischer Auswertung — bei Verwendung einer schonenden Technik — kann die Wahrscheinlichkeit einer stärkeren Alteration der Gewebsstruktur auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden.

Sucht man, unter Berücksichtigung dieser für die Darstellung von Nervengewebe notwendigen Forderungen, nämlich der Forderung nach Elektivität und der Vermeidung von Artefakten, nach einer geeigneten Methode, so erweist sich nur eine geringe Zahl als brauchbar und man bleibt auf Methoden angewiesen, welche den aufgezeigten Anforderungen nur teilweise gerecht werden. Noch geringer wird aber die Zahl der Darstellungsmöglichkeiten, wenn das Hauptgewicht der Wiedergabe auf die plasmatische Struktur gelegt wird.

Im Bestreben der Erhaltung des lebensnahen Zustandes des zu untersuchenden Gewebes erweist sich die Verwendung eingebetteten Materials als ungeeignet. Somit wird man sich zur Herstellung der Schnitte der Gefriertechnik bedienen müssen, welche sowohl an lebendfrischem als auch an fixiertem Material Verwendung finden kann.

An fixiertem Material kommt vorzugsweise die Silberimprägnierung mit ihren verschiedenen Modifikationen zur Anwendung. Diese Darstellung beruht auf den argyrophilen Eigenschaften des Nervengewebes und ist die meistgebrauchte Methode zur Wiedergabe der Fibrillenstruktur. Durch einen Reduktionsvorgang können feinste Niederschläge metallischen Silbers aus einer Silbersalzlösung an den Grenzflächen der silberfreundlichen Gewebsanteile erzielt werden, wodurch ihre Struktur als mehr oder minder intensive Schwärzung deutlich wird. Dieser Methode verdanken wir bisher den Großteil der Erkenntnisse der Neurohistologie. Es liegt nahe, daß diese Technik im Laufe der Entwicklung verschiedene Abwandlungen erfahren hat. Als diejenige mit der größten Darstellungsbreite darf die Methode nach *Bielschowsky-Gross* bezeichnet werden. Die mit diesem Verfahren gewonnenen Bilder geben die meisten Gewebsdetails wieder. Das hervorstechendste Merkmal dieser Arbeitsweise ist die Vielzahl ihrer Arbeitsgänge. Daraus leitet sich eine große Variationsmöglichkeit in der Ausführung ab. Jede Phase der Versilberung und anschließenden Vergoldung bietet Spielraum für Änderungen hinsichtlich Konzentration der Lösungen und ihrer Einwirkungszeit. So wertvoll jedoch die Wandelbarkeit einer Technik sein kann, so birgt die Versilberung gerade in dieser Eigenschaft ihren schwächsten Punkt. Die Abweichungen innerhalb der Einzelphasen der Bearbeitung sind die Ursache vieler Fehler und der Grund für die große Launenhaftigkeit der Versilberung. Dieser Mangel geht so weit, daß es demselben Bearbeiter oft erhebliche Mühe macht, die Ursache eines Fehlers zu finden und einmal gesehene Strukturen zu reproduzieren. So ist beispielsweise bekannt, daß das Vorhandensein oder Fehlen bestimmter Spurenelemente im verwendeten Wasser das Gelingen der Arbeit wesentlich beeinflusst, ohne daß die wünschenswerte Zusammensetzung des Wassers bisher hätte ermittelt werden können. Es handelt sich hierbei also bereits um eine Fehlerquelle, zu deren Vermeidung nur empirisch vorgegangen werden kann und die sich somit dem Einflußbereich des Untersuchers weit-

gehend entzieht. Weiterhin sind Licht- und Temperaturverhältnisse während der Versilberung von erheblicher Bedeutung. So erklärt es sich, daß der Anteil gelungener Präparate oft verschwindend klein ist. Es ist verständlich, daß die verschiedenen Bilder der einzelnen Autoren auch verschiedene Deutungen, gerade in den feinsten Abschnitten der nervösen Peripherie, zulassen und es daher noch zu keiner Einigung über die morphologischen Einzelheiten kommen konnte. Die Wahrscheinlichkeit, daß dieser Meinungsstreit bald beigelegt werden könnte, erscheint zudem gering, da es kein unwiderlegbares Mittel der Beweisführung gibt, wodurch etwa eine gegenteilige Ansicht entkräftet werden könnte. „So muß wohl, bis histologisch-technische Verbesserungen weitere Fortschritte bringen, demjenigen Präparat der Vorzug gegeben werden, welches die feinsten Strukturen in der größtmöglichen Deutlichkeit und Übersicht bringt, selbst wenn diese nicht an der Mehrzahl der Präparate in Erscheinung treten“ (Walter, 1958).

Die Darstellung der Fibrillenstruktur gelingt mit dieser Methode in allen Bereichen der nervösen Peripherie.

Die Wiedergabe der plasmatischen Gewebskomponente aber erfolgt nur in unbefriedigender Weise und so unregelmäßig, daß die auf diesem Wege gewonnenen Bilder eine sichere Beurteilung der Bauweise nicht zulassen. Auch wird hier die der Bielschowsky-Methode eigene Artefaktbildung, verursacht durch die vorhergehende Fixierung, die Silberimprägnierung und das Durchwandern der Schnitte durch die Alkoholreihe besonders spürbar, so daß sie zur Klärung der plasmatischen Verhältnisse des Nervengewebes unbefriedigend erscheinen muß.

Hierzu erweist sich die „supravitale Methylenblaufärbung“ (nach Schabadasch, 1935) schon eher verwendbar. Diese Methode eignet sich, je nach Pufferung, zur Darstellung der feinen Endgeflechte oder auch zur Wiedergabe von Ganglien und soll nach Meyling (1956), in der richtigen Weise angewandt, elektiv sein. Meyling (1956) widerspricht der Ansicht Stöhrs (1954), daß es keine elektive histologische Methode gibt, welche nur Nervengewebe darstellt.

Nach supravitaler Methylenblaufärbung erscheinen die terminalen Abschnitte des nervösen Gewebes als feine plasmatische Fäden, etwa himmelblau angefärbt mit sattblauer neurofibrillärer Innenstruktur. Die fibrillären Anteile sind aber nicht immer mit Sicherheit ansprechbar. Darüber hinaus läßt diese Technik eine Trennung etwa vorhandener verschiedener Plasmata (Neuro- bzw. Glioplasma siehe oben) nicht zu. Für die vielfach angezweifelte Elektivität der Methode nervösem Gewebe gegenüber soll die Einhaltung einer bestimmten Färbezeit und eine genaue Konzentration der Lösung hinreichend Gewähr bieten. Allerdings muß die Wasserstoffionenkonzentration der Farblösung für nahezu jedes Gewebe eigens ermittelt und eingestellt werden.

Der Vorteil dieser Arbeitsweise wird darin gesehen, daß man lebend-frisches Gewebe färbt und mit größeren Materialstücken arbeiten kann. Diese Tatsache bietet die Möglichkeit zur Durchmusterung größerer Gewebsbezirke, so daß man die Anteile des Nervengewebes zusammenhängend beobachten kann. Nach Meyling (1956) kann man außerdem mit Hilfe des

Phasenkontrastverfahrens an so behandeltem Material auch die Beziehung des Nervengewebes zum Nachbargewebe beobachten. Eine gleichzeitige Darstellung von Ganglien und terminalen Abschnitten ist nicht möglich. Bei Nichtbeachtung der oben aufgezeigten Bedingungen und bei nicht mehr ganz frischem Material leidet die Elektivität der Methode und es besteht die Gefahr, daß auch Bindegewebelemente angefärbt werden. Da aber in den terminalen Abschnitten der nervösen Bahn gerade zwischen Nerven- und Bindegewebe eine scharfe Grenze gezogen werden muß, erscheint die Eindeutigkeit der Färbung nicht immer ausreichend sicher.

Noch bedeutungsvoller ist aber der Nachteil, daß sich an den Färbevorgang eine Fixierung anschließt, so daß also auch in diesem Falle der Gewebsblock nicht mehr in lebendfrischer Form vorliegt und in unerwünschter Weise verändert sein kann.

Eine Methode, welche auf die Vorbehandlung des Schnittblockes vollkommen verzichten kann, ist durch die von *Feyrter* (1951) angegebene „Einschlußmethode mit Ehrlichschem saurem Hämatoxylin“ gegeben. Diese Methode gestattet durch die Einfachheit ihrer Handhabung eine sehr schnelle Anfertigung von Präparaten, wodurch schon allein zeitlich die Möglichkeit einer Veränderung vitaler Strukturen hintangehalten wird.

Die Materialentnahme muß unmittelbar nach der Tötung des Tieres erfolgen, wodurch ein lebensnaher Zustand des Gewebes weitmöglich erhalten bleibt. Eine Fixierung des Gewebsblockes ist nicht notwendig. Ebenso entfällt eine Einbettung.

Der gewonnene Gewebsblock wird sofort nach der Entnahme auf den Objektisch des Gefriermikrotoms gebracht und rasch durchgefroren. Dadurch werden postmortale Veränderungen sowie Quellungs- und Entquellungs Vorgänge zunächst hintangehalten. Der so angefertigte Schnitt wird unmittelbar vom Messer des Mikrotoms auf den Objektträger gebracht, wo er durch den Wärmegehalt des Glases rasch auftaut.

Durch sofortiges Bedecken des Schnittes mit der Ehrlichschen Farblösung kommt das Gewebe alsbald unter die Einwirkung des Farbstoffes, ohne daß irgendwelchen Zerfallsvorgängen Zeit gegeben würde. Lediglich der saure Anteil der Lösung muß als Ursache für eventuelle Fällungsreaktionen bestimmter Eiweiße seine Berücksichtigung finden.

Diese Arbeitsweise bietet zudem die Möglichkeit, das Fortschreiten des Färbevorganges unter dem Mikroskop zu beobachten. Es kann also der Zeitpunkt der optimalen Anfärbung abgewartet werden, welcher bei Anwendung der meisten Färbeverfahren nur zeitlich festgelegt werden kann und damit mehr oder weniger dem Zufall und anderen unkontrollierbaren Faktoren überlassen bleiben muß. Nach einer einmal ermittelten, für die Anfärbung benötigten Zeit, können die Schnitte mit einem Deckglas eingedeckt werden, wonach der Färbevorgang nur mehr langsam fortschreitet.

Diese Methode ist eine völlig unspezifische Plasmafärbung, bei welcher nur ausnahmsweise in den gröberen Gewebsabschnitten die Andeutung der fibrillären Komponente aufscheint und sie beruht histochemisch auf der Affinität des verwendeten Farbstoffes zu den Lipoiden bzw. Lipoproteiden der Nerven. Diese Eigenschaft ist durch den Umstand zu belegen, daß nach

einer Alkoholbehandlung des Schnittes keine Färbung mehr erfolgt (*Feyrter*, 1951). Dieser Vorgang ist aber für das Nervengewebe nicht spezifisch, wodurch natürlich die Elektivität der Methode leidet. Dieser Umstand, der ja für nahezu alle histologischen Darstellungsmethoden in gleicher Weise gilt, verliert etwas an Bedeutung, wenn man sich einmal an das Bild dieser Darstellungsart gewöhnt hat.

Es werden alle Formelemente der nervösen Peripherie von den Ganglienzellen, ihren Fortsätzen, die Mantelzellen, die Schwannschen Zellen und die Elemente der terminalen Bereiche bis zu einem bestimmten Feinheitsgrad wiedergegeben. Das Nervengewebe unterscheidet sich vom umgebenden Nachbargewebe weniger durch den Farbton als durch seine Grenzflächen und ist auf Grund seiner Bauweise stets als solches zu erkennen. Obgleich Farbwertangaben schon allein ihrer mangelnden Objektivität wegen von sehr geringem Nutzen sind, lassen sich für das von mir untersuchte Gewebe mit allem Vorbehalt etwa folgende Angaben machen: Das Neuroplasma färbt sich im Bereiche der Ganglienzellen in verschiedenen Tönen von Braun, während der Kern meist heller erkennbar ist. Das Plasma der Mantelzellen ist deutlich heller tingiert, etwa graurot mit dunklem Kern. Die Fortsätze der Nervenzellen werden dann im Verlaufe ihrer weiteren Verzweigung etwas heller, so daß die Farben graublau und blaugrün vorherrschen. Die Kerne der Schwannschen Zellen und der interstitiellen Zellen erscheinen in allen Fällen tief dunkelrot.

Nach einer gewissen Zeit treten in den Schnitten Veränderungen der Struktur auf, welche als Alterungsvorgänge des Materials zu werten sind. Dabei erleidet das Neuroplasma sowie das angrenzende Hüllgewebe eine Schrumpfung, so daß zwischen beiden ein Spalt aufscheint. Dadurch können vorher nicht vorhandene Spalträume erkannt werden, an welchen sich die verschiedenen Gewebsqualitäten scheinbar lückenlos berührten. Schreitet dieser Vorgang aber zu weit fort, so wird ein Zerfallsgrad erreicht, welcher das Material als unbrauchbar erkennen läßt.

Nach dem Gesagten erscheint diese Arbeitsweise zur Darstellung der plasmatischen Komponente des Nervengewebes besonders geeignet. Ihr besonderer Vorteil ist darin zu sehen, daß auf eine Fixierung verzichtet werden kann, wodurch unerwünschte Artefakte fortfallen. Diese Eigenschaft ist im Bestreben der Erhaltung des lebensnahen Zustandes von solcher Wichtigkeit, daß der dieser Methode anhaftende Nachteil der mangelnden Elektivität hingenommen werden kann.

Möglichkeiten und Grenzen der nativen Einschlußmethode werden im folgenden bei der Schilderung der morphologischen Einzelheiten der untersuchten Gewebe jeweils hervorgehoben und so deutlich aufgezeigt werden.

Material und Technik

Wie aus der Besprechung der histologisch-technischen Möglichkeiten hervorgeht, liegt der Nachteil der zur Anwendung kommenden Technik in ihrer mangelnden Elektivität. Man wird also, um die Diagnose dargestellter Strukturen zu erleichtern und weitestmöglich zu sichern, an Geweben ar-

beiten, welche durch die Dichte ihrer vegetativ-nervösen Versorgung die Wahrscheinlichkeit bieten, nervöse Elemente unterschiedlicher Größenordnungen in einem Präparat anzutreffen. Diesem Bestreben kommt das intramurale vegetative System der Darmwand entgegen, in dem der etagenartige Aufbau der einzelnen Plexus die Gewähr gibt, fast in jedem Schnitt nervöses Gewebe verschiedener Größenordnung anzutreffen. Zudem bietet dieses Organ den Vorteil einer einfachen und raschen Gewinnung des Schnittblockes. Darüber hinaus gehört das nervöse Gewebe des Darmes zu denjenigen Abschnitten der vegetativen Leitungsbahn, deren morphologische Besonderheiten bisher am besten bekannt sind. Es bietet also am ehesten eine brauchbare Vergleichsbasis für Untersuchungen mit verschiedenen Methoden.

Zur Verarbeitung gelangte nur frisches Material von klinisch und nach dem Fleischbeschaubefund gesunden Schlachtrindern und Schlachtschafen. Unmittelbar nach der Tötung und Eröffnung der Bauchhöhle wurden bei noch erhaltener Peristaltik etwa 2 qcm große Stücke des Dünndarmes entnommen und sofort auf den Objektisch des Gefriermikrotoms gebracht. Der angefrorene Block konnte dann auf die gewünschte Schnittgröße zurechtgeschnitten werden. Eine Schnittdicke zwischen 15 und 30 μ erwies sich als vorteilhaft, sowohl hinsichtlich des Gelingens brauchbarer Schnitte als auch in der mikroskopischen Auswertung. Die Schnitte wurden einzeln auf Objektträger gebracht und mit einer reifen Lösung von Ehrlichschem saurem Hämatoxylin (Feyrter, 1951) bedeckt. Die Farblösung wurde kurz vor dem Gebrauch durch ein engporiges Filter filtriert. Die Objektträger wurden einer gründlichen, jedoch trockenen Reinigung unterzogen. Eine Waschung mit Äther-Alkohol erwies sich als unangebracht, weil dadurch auf der Glasoberfläche unvorteilhafte Benetzungsverhältnisse entstanden. Die aufgebrauchte Farblösung hatte dadurch das Bestreben, sich breitflächig zu verteilen. Dieser Umstand wirkte sich auf die Färbezeit ungünstig aus und erschwerte ein sauberes Arbeiten erheblich. Im Laufe der Untersuchungen zeigte sich, daß das Abwischen fabrikneuer Objektträger mit einem frischen Stück Gaze durchaus den Anforderungen genügt. Das Fortschreiten der Färbung war schon makroskopisch zu verfolgen. Es ergab sich bei den Untersuchungen sehr bald, daß die unterschiedlichen Färbezeiten in Abhängigkeit von der Temperatur stehen und zwischen 3 und 15 Minuten betragen. Bei Zimmertemperatur schritt die Färbung schneller fort. Bei kühleren Außentemperaturen führten längere Färbezeiten zu einer gleichmäßigeren Wiedergabe. Deckt man die Schnitte nach der bei einer bestimmten Temperatur einmal als günstig ermittelten Färbezeit nicht ein, so schreitet die Färbung bis zur völligen Überfärbung des Gewebes fort. An eingedeckten Schnitten war eine weitere Vertiefung der Färbung kaum mehr zu beobachten. Diese Tatsache möge im folgenden ihre theoretische Erklärung finden. Durch das Eindecken wird ein Großteil der Färbelösung abgepreßt. Es verbleibt lediglich eine einige Mikron dicke Schicht Hämatoxylinlösung zwischen Schnitt und Deckglas bzw. zwischen Deckglas und Objektträger. Wenn der in dieser geringen Flüssigkeitsmenge enthaltene Farbstoff adsorbiert ist, kommt der Färbevorgang zwangsläufig zum Stehen. Störend wir-

ken dann nur noch die vom Rand des Deckglases darunter diffundierenden, sicher geringen Mengen unverbrauchten Farbstoffes. Unterbindet man diesen unerwünschten Zustrom durch Abdichten des Deckglasrandes mit einem schnell trocknenden Kunstharz (etwa Nagellack), so erreicht man eine erheblich längere Haltbarkeit des Schnittes. Diese Frage gewinnt dadurch an Bedeutung, daß bereits etwa nach einer Stunde vom Zeitpunkt der Tötung an gerechnet, der postmortale Zerfall in erheblichem Maße sichtbar wird. Durch diese unter dem Mikroskop zu beobachtenden Vorgänge wird die lebensnahe Struktur des Gewebes zerstört und mit ihrem Fortschreiten der Schnitt unbrauchbar. Dieser Zustand war meist nach Ablauf von 3 Stunden eingetreten.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß eine möglichst fehlerfreie Auswertung des Materials innerhalb der ersten halben Stunde nach der Tötung des Tieres erfolgen muß. Innerhalb dieser Frist erscheint die Wahrscheinlichkeit einer Artefaktbildung relativ gering. Zur Untersuchung des so vorbereiteten Materials bedient man sich einer Optik mit hoher Lichtstärke und gutem Auflösungsvermögen. Bei der Darstellung feinsten Endformationen auf dem Wege der nativen Einschlußmethode erwies sich die Verwendung eines Grünfilters als sehr vorteilhaft. Es werden dadurch auch die feinsten, lichtoptisch wahrnehmbaren Details noch mit ausreichender Deutlichkeit hervorgehoben. Die geeignete Blendenwahl erhöhte diesen Effekt.

Bei der mikrophotographischen Arbeit kamen Silbereosin-Platten in Verbindung mit dem Gerät „Aristophot“ (Leitz) und Agfa-Umkehrfarbfilme zur Anwendung.

Das Ganglion Nervenzellen

Die Nervenzellen finden sich überall in einen plasmodialen Verband von Hüllgewebe eingebettet (siehe später!). Bei der Beurteilung ihrer Form muß deren Abhängigkeit von der angewandten Technik ihre Berücksichtigung finden. Man ist anfangs überrascht, daß die auf Fixierungspräparate zurückgehende unregelmäßige Sternform der Nervenzellen kaum gefunden wird. Es zeigt sich vielmehr, daß an frischen Präparaten die Grundform der Zellen einer Kugel oder einem Ei nahe steht.

Die scharfkonturierte Zellbegrenzung liegt dabei dem umgebenden Gewebe ohne Lücken an. Dieses Bild erhält man aber nur unmittelbar nach der Materialentnahme. Mit beginnender, durch die Alterung des Schnittes bedingter Schrumpfung ändert sich dieses Verhalten bald. An den Stellen, wo sich Nervenzellplasma und angrenzendes Gewebe am frischen Schnitt lückenlos berührten, scheint ein schmaler Saum auf, der sich mit fortschreitender Schrumpfung mehr und mehr zu einem Spalt verbreitert. Aus der Breite und Art des Schrumpfungsspaltess muß geschlossen werden, daß die beiden sich vorher berührenden Gewebsanteile in entgegengesetzter Richtung schwinden und sich so mehr und mehr voneinander entfernen.

Bezüglich des Verhaltens der umliegenden Kerne des Hüllgewebes hat man den Eindruck, daß diese von der Zelle immer mehr abrücken und so nach erfolgter Schrumpfung die Zellgrenze nicht mehr unmittelbar umlagern.

Die Nervenzellfortsätze aber, welche infolge ihrer reichen Verästelung in dem sie umhüllenden Satellitenplasma fest verankert sind, können an ihren Abgangskegeln nur einer geringen oder keiner Schrumpfung nachgeben. Diese an den Zellgrenzen im wechselnden Maße in Erscheinung tretenden Schrumpfungsvorgänge an genügend alten Schnitten bedingen die aus den üblichen histologischen Präparaten bekannte Sternform der multipolaren Nervenzellen.

An den besonders in der Submucosa gelegenen eiförmigen, pseudo-unipolaren Zellen, bei welchen die oben beschriebene Haftung nur an einem Fortsatz erfolgen kann, entsteht im Laufe der Alterung des Schnittes ein die Zelle meist gleichförmig umgebender Schrumpfungshof und die Zelle selbst behält ihre ursprüngliche Form, wenn auch erheblich verkleinert, annähernd bei. Das an dieser Zellform mit fortschreitender Schrumpfung erkennbare glatte und scharf umrissene Auseinanderweichen der sich vorher berührenden Plasmata legt den Schluß nahe, daß diese beiden Gewebsanteile auch intravital keine Einheit darstellen, sondern „mit echten Grenzflächen im Sinne einer Membran aneinanderstoßen“ (Walter und Taubert, 1957).

Bezüglich einer Größenangabe der Nervenzellen hat man in der Literatur wiederholt versucht, ein größeres Zahlenmaterial statistisch auszuwerten. Solchen Ergebnissen haften aber Schwächen an, so daß sie nicht selten angezweifelt wurden. Allgemein ist dazu zu sagen, daß die Größe und Form der Nervenzellen in Abhängigkeit von der jeweils angewandten Technik steht (Walter, 1957; Walter und Taubert, 1957). Somit werden Messungen an fixiertem Material vorsichtiger zu beurteilen sein, während natives Material, welches eine geringere Beeinträchtigung von seiten der Technik erfährt, Ergebnisse liefert, welche den intravitalen Verhältnissen naturgemäß näher liegen werden. Aus dieser Abhängigkeit folgt, daß es kaum möglich ist, absolute Größenangaben zu machen. Auch relative Größenangaben können nach dem oben Gesagten nur dann von einigem Wert sein, wenn sie tatsächlich aus *einem* Gewebsblock gleicher histologischer Vorbehandlung gewonnen wurden.

Das Plasma der Nervenzellen färbt sich nach dieser Methode dunkel und homogen an und läßt höchstens bisweilen eine linienartige Verdichtung im Sinne einer ektoplasmatischen Membran erkennen. Es weist an frischen Präparaten in seiner ganzen Ausdehnung eine leichte, aber noch gut erkennbare Körnelung auf, welche mit zunehmender Färbungsintensität deutlicher wird. An stark geschrumpften Präparaten zeigt dann das Cytoplasma eine mehr schollige Struktur, so daß die vorher gleichmäßig verteilte Körnelung nicht mehr zu erkennen ist. Es handelt sich bei dieser Erscheinung sicher um ein Artefakt im Sinne einer unspezifischen Eiweiß-fällung, bedingt durch die saure Komponente des Färbegemisches. Auf Grund der bekannten Morphologie des Cytoplasmas der Nervenzellen,

welche bei dieser Färbung immer von ausschlaggebender Bedeutung ist, kann diesen Verdichtungen kein morphologisches Substrat zugesprochen werden.

Auch die mit anderen Techniken darstellbaren, für die Nervenzelle typischen Bildungen in Form der Nisslsubstanz oder metaplasmatiscbe Verdichtungen in Gestalt der Fibrillen konnten mit dieser Arbeitsweise nicht gesehen werden. Weitere Zellbestandteile, wie Golgiapparat oder Pigmenteinschlüsse waren auch nicht zu identifizieren.

In einigen Nervenzellen konnten Blasen im Gefüge des Neuroplasmas, sogenannte Vakuolen, beobachtet werden. Ihre Form wechselte von jener eines Kreises bis zur Eiform. Die Lage innerhalb des Zelleibes war ebenso verschieden wie ihre Größe.

Derartige Bildungen innerhalb von Nervenzellen und insbesondere von Nervenfasern sind in Präparaten anderer Technik von einer Anzahl Autoren gesehen und beschrieben worden. *Jabonero* (1955 und folgende Arbeiten), *Eichner* (1952), *Herrmann* (1956) u. a. Die Mehrzahl sieht in ihnen reine Kunstprodukte und spricht ihnen damit jede Bedeutung ab. Andere sehen in den Vakuolen den morphologischen Ausdruck verschiedenster Vorgänge oder ein Zeichen des Alterns bzw. von Krankheit und Degenerationsvorgängen.

Bei der Beurteilung dieser Erscheinung sollte zwischen Vakuolen an fixiertem Material oder solchen an nativen Schnitten unterschieden werden, da die Beeinträchtigung des Materials durch die histologische Technik dieser Darstellungswege doch sehr verschieden ist.

Außer den Arbeiten *Walters* (1957 und 1958) und *Knoches* (1958) liegen allen einschlägigen Arbeiten Schnitte an fixiertem Material zugrunde. Nun ist aber, wie bereits besprochen, die Gefahr der Artefaktbildung durch die Fixierung und die anschließende Imprägnierung so groß, daß auf diesem Wege gar kein Hinweis gesehen werden kann, ob die in Rede stehenden Vakuolen auch eine Eigenart lebenden Gewebes darstellen.

Auf die morphologische Bewertung der Vakuolen im Bilde dieser Darstellungsweise soll bei der Besprechung ihres Vorkommens in den Nervenfasern näher eingegangen werden.

Der Kern der vegetativen Nervenzellen kommt meist in der Einzahl vor. Gelegentlich kommen in den Intramuralplexus des Verdauungstraktes aber auch zweikernige Zellen zur Beobachtung. Eine Relation zwischen Zellgröße und Mehrkernigkeit konnte in Übereinstimmung mit anderen Autoren (*Watzka*, 1928; *Hagen*, 1945, u. a.) nicht festgestellt werden. Zwei- und mehrkernige Nervenzellen unterscheiden sich bezüglich der Zellgröße, abgesehen von extremen Fällen, nicht von einkernigen Zellen. Eine Beurteilung der Mehrkernigkeit bei vegetativen Nervenzellen ist noch kaum möglich, zumal sie unter anderem sogar eine tierartige Besonderheit unter durchaus physiologischen Bedingungen zu sein scheint. Von solchen Fällen abgesehen, mag ihr höchstens insofern eine besondere Bedeutung zugemessen werden, als es sich bei ihnen um Nervenzellen handeln kann, die nicht über ihre volle Funktionstüchtigkeit verfügen (Alterung, Krankheit).

Der Kern der vegetativen Nervenzelle erscheint im nativen Einschlußpräparat in seiner Anfärbung heller als das umgebende Neuroplasma. Seine Konturen sind meist scharf, so daß die Kernmembran als deutliche Linie in Erscheinung tritt. In anderen Fällen ist die Kernbegrenzung körnig aufgelockert.

Das Karyoplasma läßt die bekannten körnigen Strukturen erkennen. Als besondere Verdichtung kann der Nucleolus unterschieden werden. Er kommt in den meisten Fällen in der Einzahl vor.

Vergleicht man eine Anzahl von Kernen bezüglich ihrer Form und Strukturdichte, so zeigt sich, daß diese Verhältnisse keineswegs einheitlich sind. Man findet große runde Kerne mit lockerer Innenstruktur und scharf umrissener Kontur und solche von ovaler Form mit dichter Struktur und unregelmäßigen Umrissen. Diese beiden Formen stellen zwei Grenzfälle dar, zwischen welchen alle Übergänge möglich sind. Dieser nicht nur für die Nervenzelle gültige Dimorphismus in der Kernform ist lange bekannt. Bei der unmittelbaren Beteiligung des Zellkernes an den spezifischen Vorgängen innerhalb der Zelle liegt es nahe, daß die verschiedenen Abläufe an der Beschaffenheit des Kernes ihren morphologisch faßbaren Ausdruck finden. Es wird sich bei diesen Kernformen also nicht um differenzierte Zelltypen, sondern eher um verschiedene Funktionszustände handeln.

Nebenzellenplasmodium

Wie im vorhergehenden ausgeführt, sind die zu einem Ganglion zusammengefaßten Nervenzellen in einen plasmodialen Verband von Begleitzellen eingelagert, welcher sich in seinem färberischen Verhalten von den Ganglienzellen deutlich unterscheidet. Diese Gewebsart wird meist als Hüllplasmodium bezeichnet, hat aber auch eine Reihe anderer Benennungen, wie Belegzellen, Gliocytenplasmodium, Mantelzellen oder Satellitenzellen erfahren. Möglicherweise sind in diesem Gewebsverband Zellelemente vereinigt, die sowohl ihrer Herkunft als auch ihrer Wertigkeit nach wohl unterschieden sind. Ihre morphologische Trennung erscheint jedoch mit den gebräuchlichen Darstellungsmethoden unmöglich. Diese Schwierigkeit hat schon *Kohn* (1907) veranlaßt, das Hüllplasmodium unter Anerkennung seiner differenten Zusammensetzung als „System der neurogenen Nebenzellen“ anzusprechen und seine ektodermale Herkunft anzunehmen. Demnach finden sich innerhalb des ganglionären Hüllplasmodium neben glösen Zellen auch Nester unreifer Ganglienzellen und chromaffines Material. Das Plasma der Zellen des Hüllplasmodium färbt sich graurot an und kann von dem dunkler gefärbten Neuroplasma immer deutlich unterschieden werden. Die Anordnung des Hüllplasmodium um die Ganglienzellen ist keineswegs die einer gleichmäßigen Umhüllung in Form eines gleich breiten Mantels. Der die Nervenzellen umgebende Plasmasaum ist stellenweise sehr breit und kann sich dann wieder an anderer Stelle bis zu kaum erkennbaren Spangen verjüngen. Besondere Anhäufungen von Satellitenzellen sind am häufigsten, wie an der dort gegebenen Farbverdichtung und der vermehrten Kernzahl erkenntlich, an den Abgangsstellen der Zellfortsätze zu beobachten. Auch

die zwischen den großen Ganglienzellen — durch ihre Anordnung innerhalb des Ganglions zwangsläufig gebildeten Zwischenräume — füllen sie aus.

Die Kerne des Hüllplasmodium weisen einen ungeheuren Formenreichtum auf. Sowohl hinsichtlich ihrer Form als auch der Dichte ihrer Chromatinstruktur findet man ein unterschiedliches Verhalten. Im Gegensatz zu den für die Nervenzellkerne geschilderten Verhältnissen würde jedoch ein Herausstellen besonderer Typen, auch wenn damit nur Zustandsformen aufgezeigt werden sollten, nur ganz willkürlich möglich sein. Die native Einschlußfärbung läßt einen solchen Reichtum von geringgradig voneinander abweichenden Kernbildern zutage treten, daß eine Unterordnung nach morphologischen Gesichtspunkten bei dieser Methode keinesfalls möglich ist. Die Form der Kerne ist vorwiegend rund. Gestreckte, annähernd ovale Formen sind ebenfalls häufig. Dabei scheint ihre Lage insofern eine gewisse Rolle zu spielen, als sich in den nervenzellnahen Abschnitten des Hüllplasmodium vorwiegend runde, die ovalen Formen jedoch mehr in den größeren Plasmabezirken zwischen den Nervenzellen finden. Sie gleichen dort im nativen Einschlußpräparat den für die Peripherie der Nervenfasern bekannten Schwannschen Kernen (siehe später!). Die Kerngröße unterliegt nur geringen Schwankungen und in Abhängigkeit davon steht die Dichte der Innenstruktur. So erscheint das Bild bei den kleineren Formen dichter und intensiver gefärbt, bei den größeren, zumeist ovalen Formen heller durch die lockerere Verteilung des Farbstoffes im Kern. Es handelt sich hierbei also um eine Erscheinung, wie sie auch bei anderen Methoden an gleichwertigen Kernen eines Gewebes immer wiederkehrt. Spezifische Kerneinschlüsse, wie etwa ein Nucleolus, sind nicht nachweisbar. Wohl aber finden sich innerhalb des Kerngerüstes punktförmige Verdichtungen wechselnder Größe, die, wenn sie ausnahmsweise in der Einzahl vorkommen, einem Kernkörperchen ähnlich sein können.

Eine Kernmembran ist an frischen Präparaten stets deutlich und stellt sich als homogene und glatte Begrenzung dar. Bei Alterung der Schnitte kommt es auch hier zu unregelmäßigen Verschiebungen, die zunächst zu einer wellenförmigen Kernkontur, später dann entweder zu Einrissen oder häufiger zu einer granulären Auflockerung und damit zu einer punktförmigen Kontur führen. Die Peripherie des Kernes erscheint dann mit dunkel tingierten Körnchen besetzt. Die intensivere Färbung der Granula muß bei solchen Vorgängen, die bei einer Verfolgung des Präparates über mehrere Stunden oder sogar Tage leicht zu überblicken sind, auf eine Farbstoffkonzentrierung von zunächst gleichmäßiger Verteilung auf eben diese Granula zurückgeführt werden.

Das Protoplasma des Hüllgewebes erweist sich an nativen Schnitten zwar auch als morphologisch einheitlich insofern, als ein Aufscheinen von Zellgrenzen innerhalb dieses Verbandes nicht zu beobachten ist. Wohl aber lassen sich in ihm, offenbar in Abhängigkeit von seiner Dichte, intensiver gefärbte von weniger intensiv gefärbten Bezirken unterscheiden. Die Übergänge zwischen solchen Bezirken bleiben jedoch stets fließend, sind unregelmäßig und treten auch nicht bei jedem Material mit gleicher Deutlichkeit hervor. Nahezu regelmäßig aber sind bei solchen Bildern die dunk-

leren Zonen auf die Umgebung der oben geschilderten dunklen Kerne beschränkt, die hellen Zonen mehr auf die Nachbarschaft der größeren blasen Kerne.

Im Gegensatz zu der geschilderten Einheit innerhalb des Hüllplasmodium ist dieses Gewebe als Ganzes den Nervenzellen gegenüber stets konturiert. Daß diese Konturen eine Trennlinie zwischen zwei verschiedenen Plasmata darstellen, wird durch das bereits beschriebene Auseinanderweichen bei Schrumpfungsvorgängen gerade an dieser Stelle deutlich. Hinzu kommt, daß der aufscheinende Spalt scharf begrenzte Konturen aufweist und zwei verschieden intensiv angefärbte Plasmabezirke trennt, so daß man zwar auf eine postmortale Trennung, jedoch an die Berührungsstelle zweier Grenzflächen denken muß. Diese Beobachtung läßt sich mit der gegenteiligen Auffassung *Stöhrs* (1957) nicht vereinbaren, welche von einer auch morphologisch untrennbaren Einheit zwischen Nervenzelle und Hüllplasmodium spricht.

Die morphologische Trennung der Zellsysteme der Ganglienzellen und des Nebenzellenplasmodium soll aber eine wechselseitige Beeinflussung keinesfalls ausschließen, sondern gerade die Grenzfläche kann durchaus eine Zone vermehrter Aktivität bedeuten.

Das völlig uncharakteristische färberische Verhalten der verschiedenen Komponenten des Hüllgewebes auch der nativen Einschlußfärbung gegenüber und sein plasmodialer Zusammenhang machen eine genaue Definition seiner einzelnen Zellelemente, auch mit dieser Methode, unmöglich. Es wird infolgedessen in der Folge an einer so indifferenten Bezeichnung wie „Nebenzellenplasmodium“ (*Stöhr*, 1957) festzuhalten sein.

Gefäße und Bindegewebelemente

Die vorher im einzelnen dargestellten Nervenzellen mit ihrem umgebenden Hüllplasmodium finden sich in der Peripherie zumeist zu größeren Gruppen zusammengelagert in mehr oder minder lockerem Bindegewebe. Nur ausnahmsweise finden sich einzelne Nervenzellen — von einer schmalen Zone plasmodialen Hüllgewebes umgeben — in den Verlaufsstrecken von Nervenfasern. Stets aber ordnen sich die an das Hüllgewebe angrenzenden Bindegewebsfasern als mehr oder minder deutliche „Kapsel“ rings um einen solchen Komplex nervösen Gewebes an. Von hier aus wiederum treten zarteste Bindegewebsstrukturen in das Hüllplasmodium ein und reichen dort häufig bis an die Oberfläche der Nervenzellen. Damit werden auch Elemente mesodermalen Ursprunges zu einem festen Bestandteil eines Ganglion.

Die bindegewebige Umhüllung solcher Ganglien ist in der Regel um so deutlicher, je mehr Zellen zu einer Einheit zusammengelagert sind. Sie zeigt sich im nativen Einschlußpräparat, ohne daß eine genauere Unterscheidung in einzelne Faserqualitäten möglich wäre, stets in Form eines dunkel tingierten Saumes, dessen Aufbau aus mehreren Faserlagen sehr wohl zur Darstellung kommt. Besser lassen sich die Zusammenhänge zwischen Hüllplasmodium und Bindegewebe (also Formationen ektodermaler und mesodermaler Herkunft) an einzeln gelagerten Nervenzellen beobachten, zumal

an den Faserabgängen solcher Zellen diese Verhältnisse auch in ihrem weiteren Verlauf auf den Nervenzellfortsatz zu verfolgen sind. Hier zeigt es sich deutlich, daß schon im frischen Präparat das Cytoplasma der Bindegewebszellen stets deutlich begrenzt dem Glioplasma des Hüllgewebes gegenüber liegt. Noch deutlicher wird dies durch das Auftreten eines engen Spaltraumes bei einsetzender Schrumpfung an alternenden Schnitten. Das Plasma der Bindegewebszellen ist viel blasser angefärbt als das angrenzende Glioplasma und zeigt eine schleierartig zarte Granulierung. Die oben genannte kräftig dunkle Umhüllung größerer Nervenzellkomplexe ist demnach eine Folge der dichten Lagerung von Bindegewebsfasern und nicht auf das Cytoplasma der Bindegewebszellen zurückzuführen.

Die Kerne der Bindegewebszellen zeigen sich auch bei der nativen Einschlufsfärbung in der gleichen Weise wie sie aus den üblichen histologischen Präparaten bekannt sind. Ein Kerndimorphismus ist an ihnen ebenso zu beobachten wie an vielen anderen Geweben. Dabei stehen die verschiedenen Kernformen zur Struktur des Zellplasma in der gleichen Beziehung wie sie für die Nervenzellen aufgezeigt wurden. Der Formenreichtum, der alle Übergänge von rund bis zu langgestreckt-spindelförmig aufweist und die beträchtlichen Größenschwankungen lassen eine Verwechslung mit den Kernen anderer Gewebe, hier insbesondere Gliakernen, durchaus möglich erscheinen. Geschlängelte Formen, wie sie aus den Schnitten an fixiertem Material bekannt sind, kommen an frischen Nativpräparaten niemals zu Gesicht. Sie dürften als ein Artefakt der vorausgegangenen Fixierung zu betrachten sein. Besonders große Kerne erweisen sich auf Grund ihrer sehr lockeren Innenstruktur und ihrer zumeist kreisrunden Form den Nervenzellkernen ähnlich. Eine Verwechslung mit solchen kann jedoch bei Betrachtung der übrigen Zellbestandteile leicht ausgeschlossen werden. Besondere Kerneinschlüsse treten nicht auf oder sind bei dieser Methode zumindest gegen die Bilder der üblichen Kerninnenstrukturen abzugrenzen.

Von den in der Peripherie eines Ganglion verlaufenden Blutgefäßen, die in dessen unmittelbarer Nähe meist schon kapillärer Natur sind, treten vereinzelt kleine Zweige in das Ganglion ein. Sie kommen also in das Hüllplasmodium zu liegen, bleiben jedoch stets von feinsten Bindegewebsfäserchen begleitet. Ihre Wand besteht aus einem doppelt dunkel konturierten Saum mit heller Innenzone. Die Endothelkerne sind dicht geschlossen und dunkel. In frischen Schnitten sind sie nicht gegen das Lumen zu vorgebuchtet, so daß die Auskleidung des Kapillarrohres ihren gleichmäßig geradlinigen Verlauf erhält.

Leitende Elemente

Plexusfasern

Von den im vorhergehenden geschilderten Ganglien, den Stätten der Impulsbildung oder zumindest Umschaltung also, nehmen die Nervenfasern als die leitenden Abschnitte des peripheren vegetativen Systems ihren Ausgang. Dabei lassen sich bei der Einschlufsfärbung an Nativschnitten zweimorphologisch und wohl auch funktionell unterschiedene Abschnitte gegeneinander abgrenzen.

Erstens die das Ganglion verlassenden Plexusfasern, denen eine rein leitende Funktion beigemessen wird und zweitens die aus jenen hervorgehenden feineren terminalen Abschnitte, von denen neben einer leitenden Aufgabe auch die Möglichkeit einer Impulsfreisetzung und -übertragung an das Erfolgsgewebe angenommen wird.

Beide scheinen, abgesehen von der feineren fibrillären Innenstruktur, die jedoch bei der nativen Einschlußfärbung nur in sehr undeutlicher Weise oder überhaupt nicht zur Darstellung kommt, aus grundsätzlich gleichen Protoplasmaformationen zu bestehen. Lediglich im Aufbau ihrer Hüllen zeigt sich ein Unterschied, der jedoch in den feineren Abschnitten so undeutlich werden kann, daß es nicht immer möglich ist, hier eine klare Grenze zu ziehen.

In der Darstellung des nativen Einschlußpräparates mit Ehrlichschem Hämatoxylin tritt zunächst das zentral gelegene Neuraxon der Nervenfasern in den Vordergrund, welches seiner Größenordnung entsprechend (siehe oben!) von verschieden gestalteten Hüllen umgeben ist. Es nimmt mit einer meist kegelförmigen Verbreiterung seinen Ursprung unmittelbar aus der Nervenzelle und erweist sich im Lichtmikroskop als deren kontinuierliche Protoplasmafortsetzung. Es muß demzufolge als echte Neuroplasmabildung betrachtet werden. Angrenzendem Gewebe gegenüber erweist es sich ebenso wie in der Nervenzelle stets deutlich konturiert. Der Grad der Anfärbung ist hier, analog zu den für die Nervenzelle geschilderten Verhältnissen, deutlich dunkler als der der Umgebung. Gelegentlich sind in Richtung des Faserverlaufes orientierte, gleichmäßig linienförmige Verdichtungen innerhalb eines solchen Axon zu beobachten. Insbesondere bei Fasern stärkeren Kalibers ist dies häufig der Fall. Ihr Auftreten bleibt jedoch so unregelmäßig, daß ihre Übereinstimmung mit dem Aufscheinen fibrillärer Strukturen im Imprägnierungspräparat nicht sicher angenommen werden kann. Sie sind zudem nur immer über kürzere Strecken zusammenhängend zu verfolgen. Mit ähnlicher Unregelmäßigkeit treten körnige Verdichtungen im Plasma des Achsenzylinders auf. Auch in ihrem Falle fällt es schwer, sie als bauliche Besonderheit zu werten. Vielmehr scheint es sich bei ihnen um geringgradige Artefakte als Folge einer Schnittalterung zu handeln.

Die bereits im Neuroplasma der Ganglienzelle beschriebenen Vakuolen kommen im Bereich der Nervenfasern aller Größenordnungen ebenfalls zu Gesicht. Sie liegen in wechselnder Form und Größe stets innerhalb des neuroplasmatischen Axon.

Nachdem im einschlägigen Schrifttum Auftreten und Bedeutung vakuolärer Einschlüsse im nervösen Gewebe vielfach diskutiert worden ist (*Jabonero*, 1955; *Kirsche*, 1955; *Herrmann*, 1956; *Eichner*, 1952; *Knoche*, 1958; *Walter*, 1957/58 u. a.), habe ich diese Bildungen im Rahmen meiner Beobachtungen zum Gegenstand ausgedehnter Untersuchungen gemacht. Von den meisten Autoren wird das Auftreten derartiger Bildungen im Imprägnierungspräparat mitgeteilt und überwiegend als völlig unspezifisches Fixierungsartefakt gewertet.

Jabonero (1955) hat in seinem Material, jedoch ausschließlich an Hand von Silberimprägnierungen, die verschiedenen Vorkommen ihres Erscheinens eingehend beschrieben. Er sieht in ihnen den Ausdruck regelmäßig ablaufender Vorgänge innerhalb der Nervenfasern und betrachtet sie damit als ein morphologisches Substrat der Impulsleitung. Die Vakuolen zeigten demnach den Ort eines chemischen Mediatstoffes an, dessen Aufgabe neben der Impulsleitung entlang der Nervenfasern darin besteht, eben diesen Impuls an das Erfolgs Gewebe weiterzugeben. Dies würde bedeuten, daß der wohl flüssige Mediatstoff von den verschiedensten Stellen der terminalen Leitungsbahn abgegeben werden könnte, um auf dem Wege über die Interzellularräume an den Ort seines Erfolges zu gelangen. Dort würde er den adäquaten Reiz für die Reaktion der Erfolgszelle bedeuten. Hierauf gründet *Jabonero* seine Darstellung von der „Synapse auf Distanz“, die jedoch nach wie vor nicht über den Charakter einer reinen Hypothese hinausgekommen ist. Ein unmittelbarer Kontakt zwischen nervöser Leitungsbahn und Erfolgszelle wäre nach einer solchen Auffassung überflüssig und nach Ansicht des Autors auch nicht gegeben.

Herrmann (1956) sieht sogar in dem Auftreten verschiedener vakuolärer Einschlüsse den Ausdruck krankhafter Prozesse und versucht sie größeren Komplexen pathologischen Geschehens zuzuordnen. Seine Beurteilung stützt sich jedoch ebenfalls auf die an Imprägnierungspräparaten gewonnenen Resultate.

Walter (1957) berichtet über das Auftreten von Vakuolen im nativen Einschußpräparat, wobei er eine Artefaktbildung so weit wie möglich auszuschließen glaubt. Er beobachtet deren Auftreten in allen Abschnitten der vegetativ-nervösen Peripherie, von kleinsten Formen bis zu ganz extremen Größen, die sogar die Kontur des Achsenzylinders bis fast um das Doppelte seines normalen Kalibers ausbuchten können. Er zieht daraus den Schluß, daß es sich um den morphologisch faßbaren Ausdruck irgendeines Vorganges im nervösen Gewebe handelt, läßt jedoch die Frage nach einem etwaigen Zusammenhang mit der Impulsleitung offen. In einer späteren Mitteilung (1958) schränkt der Autor seine Auffassung von solchen Bildungen dahingehend ein, daß er sie zwar nicht für Artefakte im Sinne der üblichen histologischen Technik hält, ihnen jedoch keine besonderen vitalen Vorgänge unterstellt.

Außer der eben genannten Arbeit findet sich in der Literatur kein Hinweis, wonach ein Auftreten von Vakuolen innerhalb der vegetativ-nervösen Leitungsbahn an Nativschnitten beobachtet worden wäre. *Knoche* (1958) scheint sich neuerdings mit gleichgearteten Untersuchungen befaßt zu haben. Der Autor behauptet, offenbar unter Außerachtlassung der oben genannten Mitteilungen *Walters*, derartige Vakuolen seien im nativen Schnitt niemals zu beobachten und damit die Folge einer vorausgegangenen Fixierung.

In meinem umfangreichen Untersuchungsmaterial hatte ich wiederholt Gelegenheit, das Vorhandensein vakuolärer Einschlüsse ausschließlich innerhalb vegetativ-nervösen Gewebes und in ganz frischen Schnitten zu beobachten. Sie wechseln in der Größe von gerade noch wahrnehmbaren, jedoch

deutlich aufgehellten und offenbar bläschenförmigen Bildungen bis zu ganz extremen Größen, die in seltenen Fällen sogar über das Kaliber der Nervenfasern hinausgehen können. Ihre kleineren Vertreter zeigen regelmäßig eine kreisrunde Begrenzung. Mit zunehmender Größe überwiegen ovoide Formen. Die bisweilen zu beobachtenden extremen Größen, bei denen die sonst geradlinige Kontur des Achsenzylinders nach außen vorgebuchtet wird, zeigen in den meisten Fällen eine unregelmäßige Begrenzung, offenbar bedingt durch eine vom umgebenden Gewebe verursachte Ausdehnungsbehinderung. Die Begrenzung aller Vakuolen stellt sich als dunkel angefärbte Verdichtung dar, die nach außen hin sich allmählich aufhellt, um so in den gleichmäßig tief-dunklen Farbton des normalen Axoplasma überzugehen. Farbverdichtungen an einem Pol der Vakuole oder an beiden Polen ovoider Formen sind häufig, jedoch kein regelmäßiger Befund. Sie sind sicher lediglich auf eine durch die Ausdehnung der Vakuole bedingte Protoplasmaverdichtung zurückzuführen. Mit den in Imprägnierungspräparaten aufgefundenen vakuolären Einschlüssen lassen sich die hier aufgezeigten Bildungen kaum zur Deckung bringen. Während im Fibrillenbild die Vakuolen stets in den Maschen des Fibrillen-, „Gitters“ gelegen sind, scheint eine solche Beengung im Nativpräparat nicht gegeben zu sein. Ob dies einen Hinweis auf das Fehlen fibrillärer Strukturen im nativen Präparat bedeutet, kann hier nicht entschieden werden. Auffallend bleibt jedoch die optisch leere oder mindestens uniforme Innen-, „Struktur“ solcher Vakuolen im nativen Material. Eine Übereinstimmung lediglich bestimmter Größen solcher Vakuolen in Nativ- und Imprägnierungspräparaten festzustellen, würde ein willkürliches und unnützes Vorgehen bedeuten, weil eine Übereinstimmung doch nicht besteht. Es darf also der berechtigte Schluß gezogen werden, daß das Aufscheinen von Vakuolen im nativen Einschußpräparat nicht mit solchen im fixierten Material identisch ist. Gleichwohl bleibt es unsicher, ob das Auftreten solcher Einschlüsse im nativen Untersuchungsmaterial einen Schluß auf etwa vitale Strukturen und damit besondere Funktionszustände der nervösen Leitungsbahn zuläßt. Erschwert wird eine solche Beurteilung darüber hinaus durch das vollständige Fehlen irgendwelcher Kriterien, die Aufschluß über den Inhalt solcher Bildungen geben können. Das nahezu regelmäßig zu beobachtende Auftreten ganz verschieden gestalteter Vakuolen, auch an nicht nervösem Gewebe alternder Nativschnitte infolge postmortalen Veränderungen, könnte einen Hinweis darauf geben, daß auch die für die nervöse Leitungsbahn geschilderten Einschlüsse Ausdruck eines postmortalen Gewebszerfalles sind. Dann aber stellen die für das frische Nativpräparat beschriebenen Vakuolen nur mehr insofern eine Eigenart nervösen Gewebes dar, als sie in ihm sehr viel früher in Erscheinung treten als in anderen Geweben (Walter, 1958). Die Ursache für diese rasche Veränderung nervösen Protoplasmas mag in seiner besonders komplizierten Struktur gesehen werden.

Die in der geschilderten Weise von der Nervenzelle ausgehenden Fortsätze bleiben zunächst von eigenen Hüllformationen begleitet, die sich in günstig geführten Schnitten unmittelbar auf das Hüllgewebe der Nervenzelle zurückführen lassen. Bei der dichten Lagerung von Nervenzellen und

deren Fortsätzen innerhalb eines Ganglion sind diese Verhältnisse dort nur selten mit der wünschenswerten Klarheit zu übersehen. An kleineren Gruppen von Nervenzellen und insbesondere an den in der Submucosa häufig vorliegenden Einzelexemplaren können die im folgenden beschriebenen Zusammenhänge genau verfolgt werden. Hiernach setzt sich das Hüllplasmodium aus der unmittelbaren Umgebung der Ganglienzelle in kontinuierlichem Verlauf auf deren Ausläufer fort. Schon vom Ort der Verjüngung des Abgangskegels an gewinnt dieses das Neuraxon umscheidende Hüllgewebe seine endgültige Stärke, welche es in seinem weiteren Verlauf gleichmäßig beibehält. So begleitet es im Längsschnitt, als ein dem jeweiligen Kaliber des Achsenzylinders entsprechend schmales protoplasmatisches Band, diesen beiderseits. Zellgrenzen kommen in ihm ebensowenig zur Darstellung wie im Hüllplasmodium der Nervenzelle. Seine Affinität gegenüber der verwendeten Farblösung scheint wesentlich geringer als die des Neuroplasma. An gut ausgefärbten Schnitten kommt das Begleitgewebe des Axon als etwas hellerer Saum beiderseits des Achsenzylinders zur Darstellung und erweist sich diesem gegenüber, ebenso wie gegen das seitlich angrenzende Gewebe, vermittels einer geringgradig dunkleren, linienförmigen Verdichtung begrenzt.

In den Verlauf dieser offenbar gliösen Protoplasmaformation finden sich Kerne in unregelmäßigen Abständen eingelagert. Sie sind in ihrer länglich ovalen Form und Größe meist einheitlich und zwischen die beiden Grenzflächen des Glioplasmasaumes eingelagert, den sie nur ausnahmsweise etwas nach außen vorbuchten. Auf Grund ihrer dichten Innenstruktur erscheinen sie dunkel und lassen in Formen mit zentraler Auflockerung häufig ein bis zwei kugelige Einschlüsse erkennen, die mit den bekannten Nucleolen übereinzustimmen scheinen. Bei den gleichen Kernen ist die Kernmembran von innen her mit feinen granulären Anlagerungen besetzt. Die morphologischen Besonderheiten dieser Kerne lassen im übrigen eine gewisse Übereinstimmung mit den für das Ganglion beschriebenen Satellitenkernen erkennen und sind offenbar mit den für das Begleitplasmodium der Nervenfasern bekannten Schwannschen Kernen identisch.

An das Begleitplasmodium grenzt von außen her Bindegewebe an. An nervösen Faserbündeln stärkeren Kalibers zeigt es einen Aufbau, wie er oben für die Bindegewebshülle des Ganglion bereits beschrieben wurde. Verschiedene Bindegewebsfaserqualitäten sind hier ebensowenig auszumachen wie dort. Übersichtlicher werden die Einzelheiten der an die Gliahülle angrenzenden Bindegewebszellen an Nervenfaserschnitten schwächeren Kalibers. Die Bindegewebsfasern treten hier insofern in den Hintergrund, als sie sehr viel spärlicher vorliegen, weiter von der Gliahülle abrücken und somit Einzelheiten des Bildes an dieser Stelle nicht überlagern. Die Bindegewebszellen selbst lagern sich in unregelmäßigen Abständen dem Verlauf der Nervenfaser an und grenzen mit oftmals verbreiterten Fortsätzen unmittelbar an die äußere Oberfläche des Begleitplasma an. Auch wird der an anderer Stelle schon mehrfach beschriebene Schrumpfungsspalt bei gealterten Schnitten deutlich. Die Kerne der Bindegewebszellen stimmen mit den für das Ganglion beschriebenen überein. Das Proto-

plasma zeigt wiederum eine leichte Granulierung. Nur an sehr alten Nativschnitten treten auch hier sehr verschieden gestaltete vakuoläre Auflockerungen auf (siehe oben!). Die Interzellularräume zwischen den einzelnen Zellen sind beträchtlich.

Die terminalen Abschnitte der nervösen Leitungsbahn

Während die geschilderten Verhältnisse an den bisher besprochenen Abschnitten der vegetativ-nervösen Leitungsbahn noch gut zu übersehen sind und bei einiger Erfahrung im Umgang mit Technik und Material mit großer Regelmäßigkeit zur Darstellung gebracht werden können, werden sie im weiteren Verlauf mit Richtung auf das Erfolgs Gewebe immer unübersichtlicher. Ein Umstand, der sich als um so unbefriedigender erweist, als gerade in den letzten Abschnitten der nervösen Endformation einige bedeutsame morphologische Einzelheiten bis heute nicht geklärt werden konnten und deren genaue Beobachtung gerade am unfixierten Material wünschenswert wäre.

Aus den zahlreich untereinander in Verbindung stehenden Plexusfasern, die in ihrer Gesamtheit das Gewebe in Form eines mehr oder minder weitmaschigen Netzes durchziehen, zweigen verschiedentlich Fasereinheiten ab, welche, in ihrem Kaliber sehr viel schwächer als die vorigen, nicht mehr die gleichen morphologischen Einzelheiten erkennen lassen wie diese. Auffallenderweise ist es mir trotz meines umfangreichen Untersuchungsmaterials niemals gelungen, die vorher beschriebenen Faserhüllen in ihrem kontinuierlichen Verlauf auf jene feinen Verzweigungen zu verfolgen. Es kamen vielmehr feine und feinste Nervenfaserschollen in großer Zahl zu Gesicht, die vollständig frei von einer begleitenden Glioplasmaformation im umgebenden Gewebe lagen. Es hat sich niemals mit Sicherheit feststellen lassen, wo und auf welche Weise das vorher beschriebene Begleitplasmodium sein Ende findet. Mit Sicherheit aber handelt es sich hier gegenüber den vorigen Fasern um einen besonderen Abschnitt der nervösen Leitungsbahn. Trotz der zahlreich in der vegetativen Peripherie durchgeführten Untersuchungen scheint es aber auch noch keinem der Autoren gelungen zu sein, die Übergangsstelle von der rein leitenden Plexusfaser in die feineren Endabschnitte der Leitungsbahn (präterminales und terminales Reticulum) eindeutig zur Darstellung zu bringen, gleichgültig, welcher Technik er sich dabei bediente. Es liegt nahe, auch im Falle der nativen Einschlußfärbung in eben jenem nicht auffindbaren Übergang den Ort zu suchen, wo sich die rein leitenden Abschnitte in jene fortsetzen, die Impulse freizusetzen vermögen.

Die letzten Anteile der nervösen Bahn bilden nach den Resultaten der nativen Einschlußfärbung eine plasmodiale Einheit und lagern sich wiederum in Form dreidimensionaler Netze in die Maschen der Netze übergeordneter Größenordnung (siehe Plexusfasern!) ein. In dickeren Schnitten, die eine bessere Übersicht ihrer Formen innerhalb des Raumes ermöglichen, sind sie als manchmal drehrunde, meist aber zweiseitig ab-

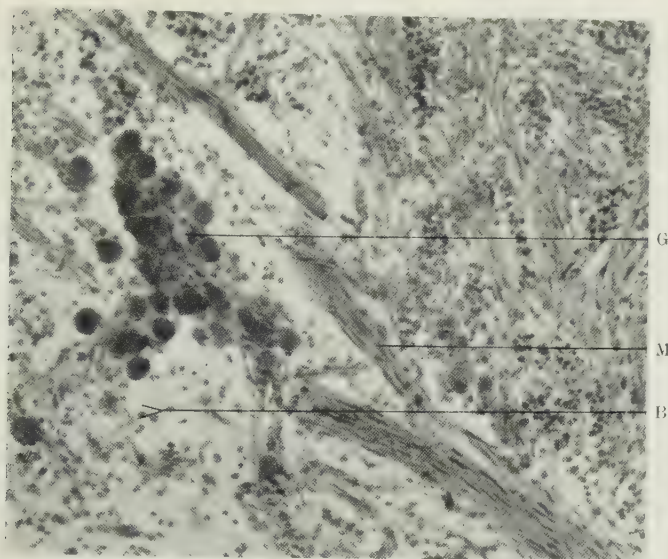


Abb. 1. Ganglienzellhaufen in der Submucosa (Duodénium, Rind). G = Ganglienzellen. M = Muskelfaserbündel. B = Bindegewebskerne.

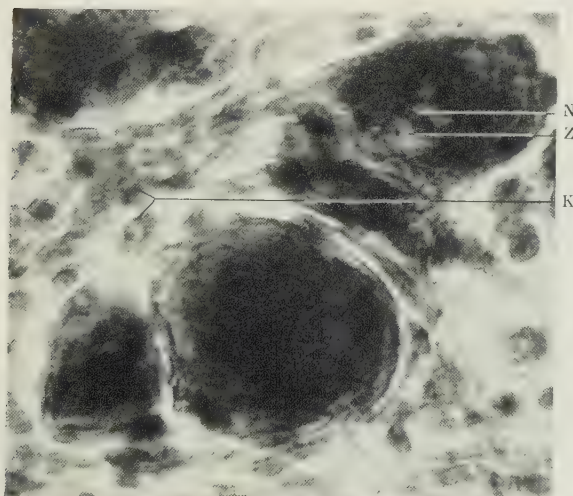


Abb. 2. Nervenzellen aus einem vegetativen Ganglion (Duodenum, Rind). Z = Zellkern. N = Nucleolus. K = Kerne des Nebenzellenplasmodium.

geplattete Bänder zu erkennen. Der Grad ihrer Anfärbung entspricht dem des axonalen Neuroplasma größerer Fasern, ihr Kaliber schwankt zwischen gut sichtbaren breiteren und lichtoptisch gerade noch wahrnehmbaren Formen, die nur mehr als fadenförmige Bildungen zu erkennen sind. Im

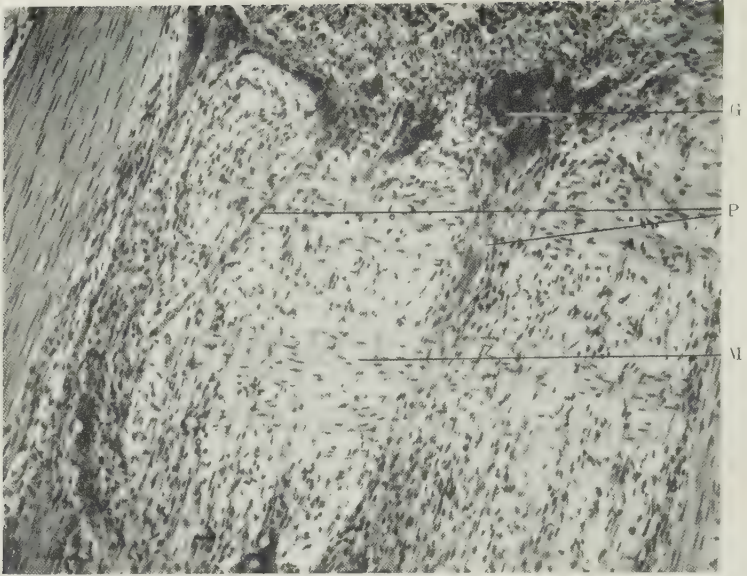


Abb. 3. Ganglienzellhaufen mit verbindenden Plexusfasern aus dem Plexus myentericus (Duodenum, Rind). G = Ganglion. P = Plexusfasern. M = Muskelfaserbündel.

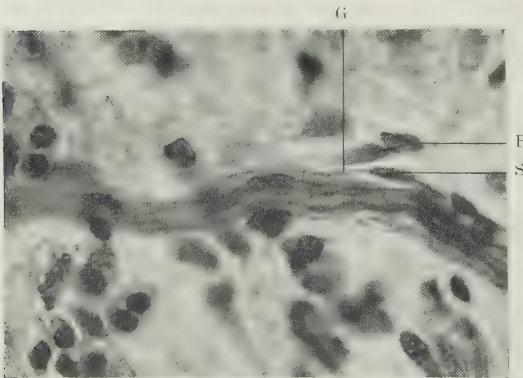


Abb. 4. Plexusfaser (Duodenum, Rind). S = Schwannscher Kern. G = Glioplasmasaum. B = Bindegewebskerne.

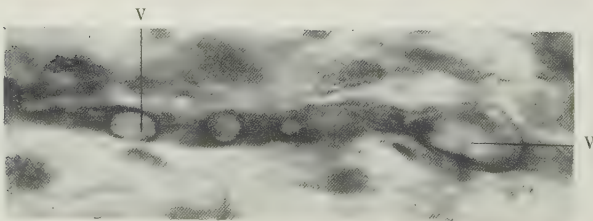


Abb. 5. Nervenzellfortsatz mit Vakuolen (Dünndarm, Schaf). V = Vakuolen.

allgemeinen frei von besonderen Protoplasmastrukturen zeigen auch sie zuweilen die oben geschilderten Vakuolen. Im Gegensatz zu den kernfreien Achsenzylindern der Plexusfasern finden sich in diese Protoplasmaabänder Kerne in unregelmäßigen Abständen eingelagert, die mit abnehmendem Kaliber immer weniger zahlreich werden. Sie sind unabhängig vom Kaliber des Protoplasma-bandes von regelmäßiger Größe. Überwiegt die Breite des Bandes diejenige des Kernes, so bleibt dessen beiderseitige Begrenzung am Ort des Kernes ungestört. In schwächeren Abschnitten jedoch wird die Protoplasmaabegrenzung, dem Grad ihres Kalibers entsprechend, seitlich vorgebuchtet. Der Kern ist an solchen Stellen von einer ganz feinen Protoplasma-hülle überzogen. Die überwiegende Mehrzahl dieser Kerne gleicht jenen des Begleitplasma-modium so vollständig, daß sich ihre weitere Beschreibung erübrigt.

Lediglich eine besondere Kernform erfordert noch eine genauere Beachtung. Vereinzelt in die reguläre Verlaufsstrecke der nervösen Leitungsbahn eingelagert, tritt sie insbesondere an den Stellen auf, wo sich die Maschen des Netzes kreuzen, d. h.

die Protoplasmaabänder aus verschiedenen Richtungen des Gewebes kommend sich vereinigen. Naturgemäß ergibt sich an diesen Stellen auch eine Vermehrung von Protoplasma auf begrenztem Raum, so daß diese Kerne hier allseitig von einer breiteren Protoplasmazone umgeben sind. Ihr Volu-

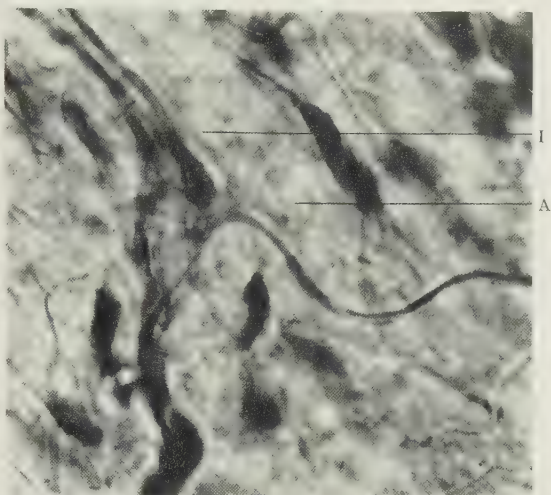


Abb. 6. Nervöse Formation mit feiner Abzweigung (Duodenum, Rind). A = Abzweigung. I = Vermutlich Kern einer „interstitiellen Zelle“.

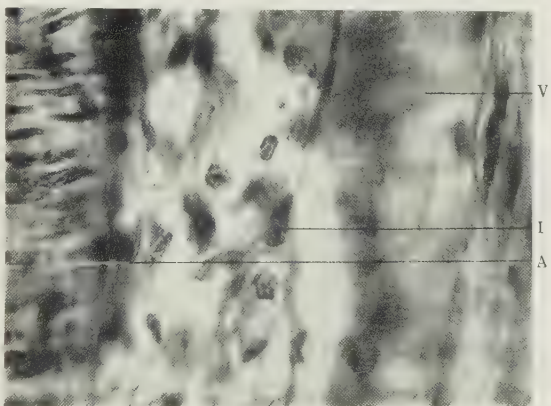


Abb. 7. Nervöse Faser des terminalen Abschnittes, die sich bei I (interstitieller Kern) verzweigt (Duodenum, Rind). A = Arterie. V = Vene.

men entspricht häufig dem der Schwannschen Kerne, ihre Form ist vorwiegend dreieckig oder rund. Dabei scheinen die runden Formen etwas größer als die anderen. Mit ihrer stets aufgelockerten Innenstruktur ähneln sie Bindegewebskernen oder auch den Kernen kleiner Nervenzellen. Ihre Lage und ihre morphologischen Besonderheiten zeigen eine deutliche Übereinstimmung mit den in der Literatur vielfach diskutierten „interstitiellen Zellen“.

Die eben geschilderten Verzweigungen der nervösen Leitungsbahn sind schließlich von solcher Feinheit, daß sie bei der angewandten Methode gerade noch nachweisbar sind. Sie finden sich, mit Schwannschen Kernen nur mehr ganz vereinzelt ausgerüstet, in allen Abschnitten des untersuchten Gewebes und insbesondere in der unmittelbaren Umgebung von Drüseneinstücken und Muskelfasern. Im Bindegewebe der Propria reichen sie bis dicht unter das Epithel, dessen Basis sie jedoch nur selten zu berühren scheinen. Ein Eintreten in das Epithel war niemals zu beobachten. Überhaupt war ihre Lage innerhalb irgendwelcher Zellen niemals festzustellen. Eine flächenhaft netzförmige Ausbreitung, wie sie für das vegetative Terminalreticulum auf Grund von Fibrillendarstellungen beschrieben worden ist (Stöhr u. a.), habe ich bei der nativen Einschlufsfärbung ebenfalls nicht beobachtet. Obgleich ich nach den mit der von mir angewandten Methode gewonnenen Resultaten nicht sicher aussagen kann, ob tatsächlich alle Verzweigungen der vegetativen Endformation zur Darstellung gekommen sind, möchte ich die eben geschilderten Abschnitte für die tatsächliche Endformation im engeren Sinne halten. Eine sichere Beurteilung dieser letzten Abschnitte wird neben ihrer außerordentlichen Feinheit noch dadurch erschwert, daß eine neurofibrilläre Komponente nicht zur Darstellung kommt. Es bleiben infolgedessen kaum mehr morphologische Kriterien, die eine sichere Zuordnung erlauben und der Untersucher ist darauf angewiesen, nur diejenigen Abschnitte anzusprechen, die er in kontinuierlichem Zusammenhang mit den als sicher nervös erkannten Anteilen zu Gesicht bekommt. Hiernach nehmen diese letzten plasmatischen Anteile einen Kontakt mit nicht nervösen Zellen in der Weise auf, daß sie sich jenen unmittelbar anlagern. So gerät zwar eine große Zahl von Zellen peripherer Gewebe in einen unmittelbaren morphologischen Kontakt mit der nervösen Leitungsbahn, keinesfalls aber jede, wie dies von einigen Autoren gefordert wird (Kiss, 1957 u. a.).

Die Tatsache, daß auch bei Verwendung spezifischer Silbermethoden die terminalen Verzweigungen häufig nicht zur Darstellung kommen, war offenbar die Ursache dafür, daß von einigen Autoren besondere Zellelemente, ursprünglich nicht nervöser Natur, als Verbindungsglied zwischen den Endabschnitten der nervösen Leitungsbahn und dem Erfolgsgewebe angenommen wurden (van Esveld, 1928; Dijkstra, 1939; Boeke, 1940—1949; Sunder-Plassmann, 1938; Feyrter, 1931—1952). Von diesen Untersuchern hat lediglich Feyrter (1953) sich in stärkerem Maße der von ihm entwickelten nativen Einschlufsfärbung mit saurem Ehrlichschem Hämatoxylin bedient. Er sieht gerade bei dieser Technik Zellen, die auf Grund ihrer morphologischen Eigenart dem Bindegewebe zugesprochen werden müßten,

in der Rolle eines solchen Zwischengliedes und bezeichnet sie als „Interkaläre Zellen“. Nachdem, wie schon eingangs ausgeführt, ein spezifischer Färbefeffekt bei dieser Technik nicht gegeben und eine genaue Angabe von Farbnuancen nicht möglich ist, fällt die Beurteilung solcher Zellen schwer. In meinem Material konnte ich außerhalb der „nervösen Strombahn“ (Feyrter, 1953) in keinem Falle irgendeinen Zelltyp nachweisen, in dem ich auf Grund auch nur einer einzigen morphologischen Besonderheit ein zu nervöser Leistung befähigtes Element sehen möchte.

Beurteilung der Methode

Im vorangehenden wurden die mit der nativen Einschlußfärbung in der vegetativ-nervösen Peripherie erhobenen Befunde im einzelnen dargestellt und dabei die Grenze der Leistungsfähigkeit der angewandten Technik aufgezeigt. Demnach steht dem Vorteil, den die Beobachtung unfixierten Materials bietet, das Fehlen einer färberischen Elektivität als deutlicher Mangel gegenüber. Der Untersucher, der sich einer solchen Methode bedient, muß in noch höherem Maße über genaue morphologische Kenntnisse verfügen, als bei der Untersuchung fixierter Gewebsabschnitte, wenn er zu vertretbaren Aussagen kommen will. Darüber hinaus erfordert gerade diese Technik eine große Erfahrung zu ihrer Handhabung. Eine Beurteilung der verschiedenen Bauelemente der vegetativ-nervösen Peripherie ist in den ganglionären und den daran anschließenden gröberen Nervenfaserschnitten noch mit Sicherheit möglich und die gewonnenen Bilder sind mit großer Regelmäßigkeit reproduzierbar. Die Feinheit der distalen Abschnitte der nervösen Leitungsbahn bietet hingegen so geringe morphologische Charakteristika, daß ihre Beurteilung erhebliche Schwierigkeiten macht. Bei kritischer Betrachtung ihrer morphologischen Strukturen können gerade in diesem umstrittenen Gebiet keine sicheren Angaben gemacht werden. Der Untersucher wird sich also jeweils vor Beginn seiner Untersuchungen darüber klar werden müssen, ob er ein Versagen dieser Methode in den feinsten Abschnitten des Gewebes in Kauf nehmen will, um die erhebliche Artefaktbildung fixierten Materials zu vermeiden. In jedem Falle aber wird die native Einschlußfärbung als Ergänzung der an fixiertem und imprägniertem Gewebe erhobenen Befunde von unschätzbarem Vorteil sein.

Zusammenfassung

Durch verschieden orientierte Voruntersuchungen wurden zunächst die optimalen Bedingungen zur Anwendung der nativen Einschlußfärbung mit Ehrlichschem saurem Hämatoxylin (Feyrter) ermittelt.

Die dann mit dieser Methode an der vegetativ-nervösen Peripherie vorgenommenen Beobachtungen zeigten neben zahlreichen morphologischen Details in der Endformation zwei auf Grund ihrer plasmatischen Zusammensetzung deutlich unterschiedene Abschnitte. Danach sind die Achsenzylinder in den gröberen proximalen Anteilen der Leitungsbahn (Plexusfasern) stets von einer plasmoidalen Umhüllung begleitet, die nach innen gegen das Plasma des Neuraxon, nach außen gegen das der Bindegewebszellen klar begrenzt ist. In den feineren distalen Abschnitten (Terminalnetze) ist eine solche Umhüllung nicht nachweisbar. Die nervöse Leitungsbahn besteht hier aus einem kontinuierlichen Protoplasmanetz, in

welches in der Mehrzahl Kerne vom Schwannschen Typ, vereinzelt „interstitielle Kerne“ eingelagert sind. Die terminalen Abschnitte des nervösen Netzes nehmen durch Anlagerung einen protoplasmatischen Kontakt zu den Erfolgszellen auf. Es konnten in keinem Falle besondere Zellen ursprünglich nicht nervöser Natur in der Rolle nervöser Impulsüberträger gesehen werden.

Während die native Einschlußfärbung in den proximalen Abschnitten klare und regelmäßig wiederkehrende Resultate zeigt, bietet ihre Beurteilung in den feinsten distalen Anteilen auf Grund ihrer fehlenden Elektivität oftmals Schwierigkeiten. Ihr Vorteil gegenüber anderen Methoden wird insbesondere in der geringen Artefaktbildung, ihrer daraus resultierenden klaren Wiedergabe protoplasmatischer Strukturen und ihrer raschen Handhabung gesehen.

Summary

Various preliminary experiments were used to determine best conditions for the application of the Ehrlich coloration with acid haematoxyline (*Feyrter*).

Observations in the vegetative-nervous periphery showed two sections clearly differing in their plasma composition, in addition to numerous morphological details of the endformation. According to these observations the cylinder axis in the coarser proximal sections of the nervous duct (plexus fibers) always possess a plasmal coating which is clearly set off from the plasma of the neuraxon on the inside and that of the cells of the connective tissue on the outside. In the finer distal sections (terminal nets) such a coating could not be observed. Here the nervous duct consists of a continuous protoplasmatic net in which mostly nuclei of the Schwann type and rarely "interstitial nuclei" may be found. The terminal sections of the nervous net get into contact with the nervous cells through protoplasma deposits. In no case special cells of an originally non-nervous nature could be observed to act as carriers of nervous impulses.

The coloration of Ehrlich gives clear and regular results in the proximal sections. In the finer distal sections interpretation is often difficult as a result of the lacking electivity. Its advantage over other methods lies especially in the rare formation of artefacts, the consequently clear reproduction of protoplasmatic structures and the quick application.

Résumé

Des recherches préliminaires avaient pour but de trouver les meilleures conditions pour l'application native à l'haematoxyline acide d'Ehrlich (*Feyrter*).

Les observations faites à l'aide de cette méthode dans la périphérie nerveuse ont, à côté de nombreux détails morphologiques des formations terminales, révélé deux parties distinctes qui se différencient par leur composition plasmatique. Dans les parties proximales de la voie conductrice les cylindraxes sont toujours entourés d'un protoplasme syncytial qui a des limites nettes aussi bien vers le neuroplasma à l'intérieur que vers les cellules conjonctives à l'extérieur. Dans les parties distales plus fines (Terminalretikulum) on ne peut démontrer une telle enveloppe. La voie nerveuse consiste ici en un réticule protoplasmatique continu, dans lequel se trouvent inclus surtout des noyaux de Schwann, plus rarement des noyaux interstitiels. Les parties terminales du réticule nerveux sont en contact protoplasmatique par apposition avec les organes effecteurs. Seules les cellules de nature nerveuse peuvent jouer un rôle dans la transmission de l'influx nerveux.

La coloration native a donné des résultats clairs et constants dans les parties proximales de la périphérie nerveuse végétative; étant donné le manque d'électivité il n'en est pas de même dans les parties distales beaucoup plus fines. L'avan-

tage de cette méthode consiste surtout dans un manque presque total de produits artificiels et par conséquence d'une très bonne mise en évidence des structures protoplasmiques et un gain de temps considérable vis à vis d'autres méthodes.

Literatur

- Akkeringa, L. J., Die Lage der Neurofibrillen am peripheren Ende der Nervenbahn. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 19 (1930), 183. — Bandmann, H. J., und K. Kipfer, Das Bild der supravitalen, isolierten, markhaltigen Nerven-faser im Phasenkontrastmikroskop. Zschr. Anat. Entw.gesch. 117 (1935), 470—480. — Bargmann, W., Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Georg Thieme, Stuttgart, 1956. — Bethe, A., Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Georg Thieme, Leipzig, 1903. — Bielschowsky, M., Allgemeine Histologie und Histopathologie des Nervensystems. In: Bumke und Foerster, Handb. d. Neurol. Bd. I, Springer, Berlin, 1935. — Boeke, J., Innervationsstudien V. Der sympathische Grundplexus und seine Beziehungen zu den quergestreiften Muskelfasern und zu den Herzmuskelfasern. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 34 (1933), 330—378. — Boeke, J., Innervationsstudien VI. Der sympathische Grundplexus in seinen Beziehungen zu den Drüsen (Speichel-, Tränen-, Schweiß- und Talgdrüsen des Menschen). Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 38 (1934), 551 bis 601. — Boeke, J., Innervationsstudien VII. Der sympathische Darmplexus (Pl. entericus) von Amphioxus lanceolatus und die Bedeutung der „interstitiellen Zellen“ und der Synapsen für den sympathischen Grundplexus. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 38 (1935), 554—593. — Boeke, J., Das leitende Element des Nervensystems. Die Neurofibrillen und die Langley's receptive substance. Die Synapsen. In: Bumke und Foerster, Handb. d. Neurol. Bd. I, Springer, Berlin, 1935. — Boeke, J., Innervationsstudien X. Sympathischer Grundplexus und Bindegewebsstrukturen (Retikulinfasern des Bindegewebes und des Sarkolemmas). Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 46 (1939), 488—519. — Boeke, J., Le plexus fondamental sympathique et les cellules interstitielles. Ann. anat. path., Paris, 16 (1939/40), 961. — Boeke, J., The problem of interstitial cells in the nervous endformation. Proc. k. Acad. Wetensch. Amsterdam 45 (1942), 1—5, 208—214. — Boeke, J., Innervationsstudien XI. Zur Frage der Synapsen (und des periterminalen Netzwerkes). (Glomerule cerebelli. Synapsen „a distance“.) Acta Neerl. morph. 4 (1942), 31—78. — Boeke, J., Innervationsstudien XII. Das Problem der interstitiellen Zellen in der nervösen Endformation. Acta Neerl. morph. 5, 2 (1943), 131. — Boeke, J., The sympathetic endformation, its synaptology, the interstitial cells, the periterminal network, and its bearing on the neuron theory. Discussion and critique. Acta anat., Basel, 8 (1949), 18—61. — Boeke, J., Sympathischer Grundplexus contra Terminalreticulum. Acta neuroveget., Wien, 2 (1951), 32—40. — Cajal, S. R., Los Ganglios y plexos nerviosos del intestino de los mamíferos. N. Moya, Madrid, 1893. — Cajal, S. R., Die Neuronenlehre. Handb. d. Neurol. 1 (1935), 887—994. — Campenhout, E. van, Contribution to the problem of the origin and development of the symp. nervous system. J. Exper. Zool., Philadelphia, 56 (1930), 295—320. — Cannon, W. B., Chemical mediators of autonomic nerve impulses. Science 78 (1933), 43—48. — Cannon, W. B., und Rosenblueth, Autonomic neuro-effector systems. Mac Millan, New York, 1937. — Castro, F. de, Modelacion de un arco reflejo en el simpatico, uniendolo con la raiz aferente central del vago. Nuevas ideas sobre la sinapsis. Trab. Inst. Cajal Sec. fisiol., Madrid, 34 (1942), 217. — Castro, F. de, Die normale Histologie des peripheren vegetativen Nervensystems. Das Synapsen-Problem: Anatomisch-experimentelle Untersuchungen. Verh. Dtsch. Ges. Path., 34. Tagung, Wiesbaden, 1950, 1—52. —

Champy, C., und *C. Champy-Coujard*, L'étude histochemique des sécrétions des neurones. *Acta anatomica*, Basel, 30 (1957), 169—174. — *Clara, M.*, Das Nervensystem des Menschen. J. A. Barth, Leipzig, 1953. — *Clara, M.*, Die Anatomie der Sensibilität unter besonderer Berücksichtigung der vegetativen Leitungsbahnen. *Acta neuroveget.*, Wien, 7 (1953), 4—31. — *Clara, M.*, Wo steht die Morphologie der neurovegetativen Peripherie? *Acta neuroveget.*, Wien, Suppl. VI (1955), 1—17. — *Dale, H. H.*, Chemical transmission of the effects of nerve impulses. *Brit. Med. J.* 1 (1934), 835—841. — *Dale, H. H.*, und *W. Feldberg*, The chemical transmitter of effects of the gastric vagus. *J. Physiol.* 80 (1934), 16—17. — *Dijkstra, C.*, Über die Innervation der Lungen. *Beitr. Klin. Tbk.* 92 (1939), 445. — *Dogiel, A. S.*, Zur Frage über die Ganglien der Darmgeflechte bei den Säugetieren. *Anat. Anz.*, Jena, 10 (1895), 517—528. — *Dogiel, A. S.*, Zwei Arbeiten sympathischer Nervenzellen. *Anat. Anz.*, Jena, 11 (1896), 679—687. — *Dogiel, A. S.*, Über den Bau der Ganglien in den Geflechten des Darnes und der Gallenblase des Menschen und der Säugetiere. *Arch. Anat. Physiol.*, Leipzig, 130 (1899). — *Eichner, D.*, Zur Frage der Neurosekretion in den Ganglienzellen des Grenzstranges. *Zschr. Zellforsch.* 37 (1952), 274—280. — *Eichner, D.*, Zur Frage der Neurofibrillen. *Zschr. Zellforsch.* 43 (1956), 501—512. — *Esveld, L. W. van*, Über die nervösen Elemente in der Darmwand und das Verhalten von plexushaltigen und plexusfreien Darmmuskelpreparaten. *Inaug.-Diss.*, Utrecht, 1927. — *Esveld, L. W. van*, Über die nervösen Elemente der Darmwand. *Zschr. mikrosk.-anat. Forsch.*, Leipzig, 15 (1928), 1—42. — *Esveld, L. W. van*, Verhalten von plexushaltigen und plexusfreien Darmmuskelpreparaten. *Arch. exper. Path. Pharmak.*, Leipzig, 134 (1928), 347—386. — *Feyrter, F.*, Die „hellen“ Zellen im Gangepithel der Bauchspeicheldrüse. *Zschr. mikrosk.-anat. Forsch.*, Leipzig, 27 (1931), 535. — *Feyrter, F.*, Über den Bauplan der nervösen Peripherie. *Virchows Arch. path. Anat.* 318 (1950), 1—22. — *Feyrter, F.*, Über die Pathologie der vegetativen nervösen Peripherie und ihrer ganglionären Regulationsstätten. *W. Maudrich*, Wien, 1951. — *Feyrter, F.*, Die normale und pathologische Anatomie der vegetativ-nervösen Peripherie unter besonderer Berücksichtigung der intercalären Elemente (*Boeke*). *Acta neuroveget.*, Wien, 4 (1952), 167—176. — *Feyrter, F.*, Über die peripheren endokrinen (parakrinen) Drüsen des Menschen. *W. Maudrich*, Wien, 1953. — *Hagen, E.*, Über das Vorkommen und die Bedeutung mehrkerniger Ganglienzellen im vegetativen Nervensystem. *Zschr. Zellforsch.* 33 (1945), 424—438. — *Harting, K.*, Zur Frage der Zweikernigkeit sympathischer Ganglienzellen III. *Zschr. Zellforsch.* 36 (1951), 268—272. — *Heidenhain, M.*, Plasma und Zelle. Fischer, Jena, 1911. — *Hermann, H.*, Pathologische Histologie des peripheren vegetativen Nervensystems. *Berliner Medizin, Verlagsanstalt*, 1956. — *Herzog, E.*, Über die periphere Glia in den sympathischen Ganglien. *Zschr. Zellforsch.* 40, 3 (1954), 199—206. — *Hillarp, N. A.*, Structure of the synapse and the peripheral innervation apparatus of the autonomic nervous system. *Acta anat.*, Lund, Suppl. 4, Bd. 2 (1946), 135. — *Jabonero, V.*, La synapse plexiforme a distance du système neurovegetative peripherique. *Experientia*, Basel, 7 (1951), 471—475. — *Jabonero, V.*, Die interstitiellen Zellen des vegetativen Nervensystems und ihre vermutliche Analogie zu anderen Elementen. *Acta neuroveget.*, Wien, 5 (1953), 1 bis 25 und 266—280. — *Jabonero, V.*, Die anatomischen Grundlagen der peripheren Neurosekretion. *Acta neuroveget.*, Wien, Suppl. VI (1955), 159—302. — *Keiffer, W. H.*, Le système nerveux végétatif de l'uterus humain. III. *Comm. Bull. Acad. méd. Belgique* 12 (1932), 319—334. — *Kirsche, W.*, Zur Frage funktionell bedingter Veränderungen der synaptischen Formation des Ganglion stellare des Menschen. *Psychiatrie* 6 (1953), 125—128. — *Kirsche, W.*, Synaptische Formationen im Ggl. stellare des Menschen. *Zschr. mikrosk.-anat. Forsch.*, Leipzig, 60 (1954),

399—466. — *Kirsche, W.*, Synaptische Endigungen im Ggl. coeliacum des Menschen. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 61, 4. (1955), 624—640. — *Kirsche, W.*, Phasenkontrastuntersuchungen über die Brauchbarkeit der Formalinfixierung für Silberimprägnationsmethoden am Nervengewebe. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 61, 2 (1955), 167—182. — *Knoche, H.*, Untersuchungen über die Endigungsweise cerebrospinaler und vegetativer Nervenfasern. Zschr. Zellforsch. 40 (1954), 162—198. — *Knoche, H.*, Beitrag zum Bau der neurovegetativen Endformation. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 67, 4 (1958), 110 bis 118. — *Köhler, H.*, Mehrkernigkeit in sympathischen Ganglienzellen bei sehr alten Tieren. Zschr. Altersforsch. 7 (1953), 18—24. — *Kölliker, A.*, Untersuchungen über die letzten Endigungen der Nerven. Zschr. wiss. Zool. 12 (1956), 149. — *Kohn, A.*, Über die Entwicklung des sympathischen Nervensystems der Säugetiere. Arch. mikrosk. Anat. 70 (1907), 266—317. — *Kuntz, A.*, Distribution of the sympathetic rami to the brachial plexus. Its relation to sympathectomy affecting the upper extremity. Arch. Surg. 15 (1927), 871—877. — *Kuntz, A.*, Autonomic nervous System. Lea and Febiger, Philadelphia, 1929. — *Kuntz, A.*, Histological variations in autonomic ganglia and ganglion cells with age and disease. Amer. J. Path. 14 (1938), 783—795. — *Kuntz, A.*, The autonomic nervous system. 3. Aufl., Lea and Febiger, Philadelphia, 1945. — *Kuntz, A.*, Origin and early development of the pelvic neural plexuses. J. Comp. Neurol., Philadelphia, 96 (1952), 345—358. — *Langley, J. N.*, On the nature of the cells in the nerve plexus of the iris. Proceedings of the Physiol. Society. J. Physiol. 54 (1920), 1—2. — *Lawrentjew, B. J.*, Über die Erscheinung der Degeneration und Regeneration im Sympathischen Nervensystem. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 2 (1925), 201. — *Lawrentjew, B. J.*, Über die Verbreitung der nervösen Elemente (einschließlich der „interstitiellen Zellen“ Cajal's) in der glatten Muskulatur, ihre Endigungsweise in den glatten Muskelzellen. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig, 6 (1926), 467—486. — *Leeuwe, H.*, Over de interstitielle cel (Cajal). Diss., Utrecht, 1937. — *Li Pei Lin, J.*, Anat., London, 74 (1940), 348. — *Meyling, H. A.*, Bau und Innervation von Glomus caroticum und Sinus caroticus. Acta Neerl. morph. 1 (1938), 193—288. — *Meyling, H. A.*, Structure and significance of the peripheral extensions of autonomic nervous system. J. Comp. Neurol., Philadelphia, 99, 3 (1953), 495—535. — *Meyling, H. A.*, Das periphere Nervennetz und sein Zusammenhang mit den ortho- und parasympathischen Nervenfasern. Acta neuroveget., Wien, Suppl. VI (1955), 35—63. — *Müller, R. L.*, Lebensnerven und Lebenstriebe. 3. Aufl., Berlin, 1931. — *Muralt, A. v.*, Die periphere Erregungsleitung im vegetativen System. Acta neuroveget., Wien, 4 (1952), 188—199. — *Oshina*, Über die Innervation des Darmes. Zschr. Anat. Entw.gesch. 90 (1929), 725. — *Ottaviani, G.*, und *P. Cavazzana*, Osservazioni sulla cellule interstitiali di Cajal. Arch. ital. anat. 43 (1940), 75—89. — *Pensa, A.*, Trattato di istologia generale. Soc. editr. libr., Milano, 1939. — *Reiser, K. A.*, Über die Endausbreitung des vegetativen Nervensystems. Zschr. Zellforsch. 17 (1933), 610—141. — *Reiser, K. A.*, Zur Lehre vom Feinbau der nervösen Substanz. Zschr. Neurol., Berlin, 175 (1943), 485—651. — *Reiser, K. A.*, Bemerkungen zum Feinbau der vegetativ-nervösen Peripherie. Acta neuroveget., Wien, 4 (1952), 179—187. — *Romeis, B.*, Mikroskopische Technik. 15. verbesserte Aufl., Leipzig-Verlag, München, 1948. — *Ruffini, A.*, Les expansions nerveuses de la peau. Rev. gén. histol., Paris, 1 (1905), 421. — *Schabadasch, A.*, Studien zur Architektonik des vegetativen Nervensystems. I. Neue intramurale Nervengeflechte der Harnblase und des Harnleiters. Zschr. Zellforsch. 21 (1934), 657—732. — *Schabadasch, A.*, Theoretische und experimentelle Studien zur Methylenblaufärbung des Nervengewebes. Acta morph., Gorkij, 1935. — *Schimert, Ich.*, Die „Synzytielle Natur“ des vegetativen Nervensystems. Zschr. mikrosk.-anat. Forsch.,

Leipzig, 44 (1938), 85—118. — *Siegmund, H.*, Versuche über die Vitalfärbung markloser und markhaltiger Nervenfasern mittels Acridinorange im Fluoreszenzlicht (nach Untersuchungen mit Dr. *Schümmelfeder*). Verh. Dtsch. Ges. Path., 34. Tagung, Wiesbaden, 1951. — *Stöhr, Ph., jr.*, Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems. Berlin, 1928. — *Stöhr, Ph., jr.*, Beobachtungen und Bemerkungen über die Endausbreitung des vegetativen Nervensystems. Zschr. Anat. Entw.gesch. 104 (1935), 133—158. — *Stöhr, Ph., jr.*, Die mikroskopischen Studien zur Innervation des Magen- und Darmkanals. Zschr. Zellforsch. 27 (1937), 341—392. — *Stöhr, Ph., jr.*, Die mikroskopische Innervation der Blutgefäße. Erg. Anat. 32 (1938), 1. — *Stöhr, Ph., jr.*, Über die „Nebenzellen“ und deren Innervation in Ganglien des vegetativen Nervensystems, zugleich ein Beitrag zur Synapsenfrage. Zschr. Zellforsch. 29 (1939), 569—612. — *Stöhr, Ph., jr.*, Zusammenfassende Ergebnisse über die normale und pathologische Histologie der sympathischen Ganglienzelle und der Endapparate im vegetativen Nervensystem. Erg. Anat. 35 (1941), 135—264. — *Stöhr, Ph., jr.*, Bemerkungen über die Endigungsweise des vegetativen Nervensystems und über den Aufbau des Organismus. Acta neuroveget., Wien, 1 (1950), 74—86. — *Stöhr, Ph., jr.*, Lehrbuch der Histologie. Springer, Heidelberg, 1951. — *Stöhr, Ph., jr.*, Zusammenfassende Ergebnisse über die Endigungsweise des vegetativen Nervensystems I und II. Acta neuroveget., Wien, 10, 1/2 (1954), 21—61, 62—109. — *Stöhr, Ph., jr.*, Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. IV/5, Nervensystem V, 1957. — *Sturm, A.*, Der periphere neurovegetative Vorgang. Acta neuroveget., Wien, 4 (1952), 161—166. — *Sunder-Plassmann, P.*, Morbus Basedow, Schilddrüse und vegetatives Nervensystem. Das neurovegetativ-hormonale System, eine biologische Einheit. Dtsch. Zschr. Chir. 244 (1935), 736—792. — *Sunder-Plassmann, P.*, Zum Basedowproblem. Dtsch. Zschr. Chir. 250 (1938), 543. — *Tinel, A.*, Le système nerveux végétatif. Masson et Cie., Paris, 1937. — *Walter, P.*, Über das Auftreten von Vakuolen in peripheren vegetativen Nervenfasern bei nativer Einschluffärbung. Acta neuroveget., Wien, 15, 3 (1957), 215—222. — *Walter, P.*, Die vegetativ-nervöse Peripherie und ihre Darstellungsmöglichkeit nach Untersuchungen an Material von Haustieren. Zbl. Vet.med. 5 (1958). — *Walter, P.*, und *J. Taubert*, Zur Frage der Cytoplasmaqualitäten auf der vegetativ-nervösen Endstrecke. Zschr. Zellforsch. 46 (1957), 1—11. — *Watzka, M.*, Über das Vorkommen vielkerniger Ganglienzellen in den Nervenengeflechten der Samenblase des Menschen. Anat. Anz., Jena, 66 (1928), 321—334.

Anschrift des Verfassers: Dr. *J. Taubert*, Tieranatomisches Institut der Universität, München, Schwere-Reiter-Straße 10 (DBR).

Am Schlusse meiner Arbeit darf ich Herrn Professor Dr. Hugo GRAU für die freundliche Überlassung des Themas meinen aufrichtigen Dank sagen.

Besonders möchte ich Herrn Privat-Dozent Dr. Peter WALTER für seine klaren Unterweisungen bei der Einführung in das Gebiet der Neurohistologie, seine richtungsweisenden Anregungen und stets hilfsbereite Unterstützung danken.

LEBENS LAUF

Wurde am 28. Juli 1920 als erstes von vier Kindern des Lehrers Michael Taubert und seiner Ehefrau Margarethe, geb. Lutz, in Freidorf (im rumänischen Banat) geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Volksschule trat ich 1931 in das deutsche „Knabenlyceum Banatia“, im nahen Temeschwar, ein. An dieser Schule legte ich nach 8 Klassen Oberschule im Jahre 1939 die Reifeprüfung ab.

Bei Ausbruch des Krieges kam ich zur Wehrmacht. Von 1942 bis 1944 studierte ich in Herrmannstadt (Siebenbürgen) und Gießen a. d. Lahn, als Angehöriger einer Studentenkompanie, vier Semester Medizin. Nach meiner Heimkehr konnte ich mein begonnenes Studium nicht wieder aufnehmen, da ich alle meine Angehörigen verloren hatte und damit von keiner Seite auf Hilfe rechnen konnte. Bewarb mich dann 1949 bei der Wacker-Chemie (Burghausen) um eine Stelle und arbeitete dort bis 1955 als technischer Angestellter in einem Forschungslabor.

Durch die Gewährung einer Ausbildungsbeihilfe (LAG) wurde es mir im Sommersemester 1955 möglich, mein Studium an der Universität München wieder aufzunehmen. Wechselte zur Tiermedizin und war dort bis zum Ende des Sommersemesters 1958 ununterbrochen immatrikuliert. An der gleichen Universität bestand ich im Herbst 1958 das Staatsexamen.

